

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-005820

(43)Date of publication of application : 12.01.1985

(51)Int.Cl.

C21D 6/00

// C22C 38/02

(21)Application number : 58-111919

(71)Applicant : NISSHIN STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 23.06.1983

(72)Inventor : SHINODA KENICHI
IMATOMI HISAO
OMOSAKO KOJI

(54) PRODUCTION OF STEEL HAVING HIGH STRENGTH AND HIGH DUCTILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a heat-treated steel provided with high strength, excellent ductility and toughness in a combined austempering method of a specifically composed middle and high carbon steel by stabilizing positively residual austenite.

CONSTITUTION: A middle and high carbon steel contg., by weight, 0.40W1.10% C and 0.8W2.7% Si among the elements in the steel is held at a temp. region of the Ac3 point WAc3 point of said steel +150°C to austenitize the steel. The steel is then hardened from said temp. region to a temp. region of the Ms point WM80% point of the steel. The steel is thereafter heated from the state in which $\geq 20\text{vol}\%$ untransformed austenite is maintained to a temp. region of 300W 450°C so that the tempering of martensite and the bainite transformation of the untransformed austenite is effected. The steel is at the same time cooled to an ordinary temp. by regulating the holding time in said heating temp. region in such a way that the residual amt. of the austenite stable at an ordinary temp. attains $\geq 5\text{vol}\%$. The bainite transformation is interrupted by such regulation. The steel in which the three phases, martensite, bainite and residual austenite, coexist, is thus obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑫ 公開特許公報 (A)

⑩ 特許出願公開
昭60—5820

⑪ Int. Cl.⁴
C 21 D 6/00
// C 22 C 38/02

識別記号
C B A

庁内整理番号
Z 6441—4K
7147—4K

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月12日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 高強度高延性鋼の製法

⑯ 特 願 昭58—111919

⑰ 出 願 昭58(1983)6月23日

⑱ 発 明 者 篠田研一

呉市昭和町11番1号日新製鋼株
式会社呉研究所内

⑲ 発 明 者 今富久雄

呉市昭和町11番1号日新製鋼株

式会社呉研究所内

⑳ 発 明 者 面迫浩次

呉市昭和町11番1号日新製鋼株
式会社呉研究所内

㉑ 出 願 人 日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4
番1号

㉒ 代 理 人 弁理士 和田憲治

明 細 書

1. 発明の名称

高強度高延性鋼の製法

2. 特許請求の範囲

(1) 鋼中元素のうち、Cが0.40～1.10重量％、
Siが0.8～2.7重量％の中高炭素鋼を当該鋼の
Ac₃変態点～Ac₃変態点+150℃の温度域に保持
してオーステナイト化処理し、このオーステナイ
ト域から当該鋼のMs点～M_{80%}点の温度域に焼入
れし、ついで、少なくとも20容量％以上の未変
態オーステナイトを保持させた状態より300℃～
450℃の温度域に再加熱し、この再加熱段階にお
いてマルテンサイトの焼戻しと未変態オーステナ
イトのベイナイト変態を行なわせると共に、この
再加熱温度域での保持時間を常温で安定な残留オ
ーステナイト量が少なくとも5容量％以上となる
時間内に規制して常温で冷却し、この保持時間の
規制によりベイナイト変態を中断することからな
る高強度高延性鋼の製法。

(2) 常温に冷却された鋼は、焼もどしマルテンサ

イトが10～80容量％、残留オーステナイトが5
容量％以上で、残余の大部分がベイナイトからな
る組織を有し、板厚1mmとした場合の機械的特性
が $T.S \geq 150 \text{ kg/mm}^2$ 、 $T.S \times E1 \geq 1500$ である特
許請求の範囲第1項記載の製法。

(3) 再加熱温度域300℃～450℃での保温時間が
4分以内である特許請求の範囲第1項または第2
項記載の製法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、高い強度と優れた延性および靱性を
備える熱処理鋼を短時間の熱サイクル下で製造す
る方法に係り、より詳しくは、マルテンサイト、ベ
イナイトおよび残留オーステナイトの3相共存鋼を、
ベイナイト変態を加速させる一方で残留オーステナ
イトの安定化を図りながら製造する高強度高延性鋼
の製法に関するものであり、同一出願人に係る先
の特願昭57-21654号に提案した“引上げオーステ
ンパー法”の一箇の改善に関するものである。

従来より、熱処理鋼としてオーステンパー処理
された鋼と焼入れ焼戻し処理された鋼がよく知ら

特開昭60-5820(2)

れている。両者を比較すると、前者は一般的に靱性に富むが、オーステンパー処理でベイナイトを生成させるさいに、処理温度が高い場合は後者に比べて著しく軟質となり、処理温度を低下させる場合は保持時間が著しく増大して製造性がわるくなるという制約を受ける。他方、後者は、高強度材を得やすいが靱性が前者に劣る。

このようなことから、先の特願昭57-21654号において、処理時間を短縮しながら高い強度と優れた靱性を得る方法として、本発明者らが引上げオーステンパー法と呼んだ新しい製法を提案した。

本発明の目的は、この引上げオーステンパー法を一層進展させることにあり、特に、先の引上げオーステンパー法では直接的には意図しなかつた残留オーステナイトを積極的に安定化させることにある。本発明者らのその後の追試研究によると、残留オーステナイトを安定化させ、マルテンサイト、ベイナイトおよび残留オーステナイトの3相共存鋼とすることにより、引上げオーステンパー法の特徴である処理時間の短縮を享受しながら、

刃物材やバネ材に要求される高い強度と高延性 ($T.S \geq 150 \text{ kg/mm}^2$, $T.S \times E.L \geq 1500$) を満足する鋼が得られることが判明し、特にこの引上げオーステンパー法を適用して残留オーステナイトをもつ3相鋼を得る場合に、適切含量のSiがこの残留オーステナイトの安定化に極めて有効に作用することがわかった。

すなわち本発明は、鋼中元素のうち、Cが0.40～1.10重量%、Siが0.8～2.7重量%の中高炭素鋼を当該鋼の A_3 変態点～ A_3 変態点+150℃の温度域に保持してオーステナイト化処理し、このオーステナイト域から当該鋼の M_{80} 点～ M_{95} 点の温度域に焼入れし、ついで、少なくとも20容量%以上の未変態オーステナイトを保持させた状態より300℃～450℃の温度域に再加熱し、この再加熱段階においてマルテンサイトの焼戻しと未変態オーステナイトのベイナイト変態を行なわせると共に、この再加熱温度域での保持時間を常温で安定な残留オーステナイト量が少なくとも5容量%以上となる時間内に規制して常温に冷却し、

この保持時間の規制によりベイナイト変態を中断することからなる高強度高延性鋼の製法を提供するものである。この本発明によると、熱処理時間(より具体的には、再加熱温度での保持時間)を著しく短縮させた状態で(例えば4分以内)、焼戻しマルテンサイト、ベイナイトおよび残留オーステナイトの3相組織の高強度高延性鋼を得ることができる。この3相組織の好ましい態様としては、焼戻しマルテンサイトが10～80容量%、残留オーステナイトが5容量%以上、残部が実質的にベイナイトからなる組織であり、板厚1mmとした場合の機械的特性が $T.S \geq 150 \text{ kg/mm}^2$ 、 $T.S \times E.L \geq 1500$ を満足するものである。

以下に本発明法の詳細を説明する。

第1図は本発明の引上げオーステンパー法の各熱処理段階を説明するための基本図であり、図示のように、本法は、

段階Ⅰ…温度 T_1 、保持時間 t_1

段階Ⅱ…温度 T_2 、保持時間 t_2

段階Ⅲ…温度 T_3 、保持時間 t_3

の3段階の処理からなる。

まず、段階Ⅰは材料のオーステナイト化のための処理であり、 T_1 は $A_3 \sim A_3 + 150^\circ\text{C}$ の温度範囲である。 T_1 に上限($A_3 + 150^\circ\text{C}$)を設けたのは、これを超える温度になるとオーステナイト粒が粗大化して成品の靱性を低下させる原因となるからである。 t_1 は加熱方法や材料寸法によつて適切な時間に定められ、未溶解炭化物が10%以下となるに要する時間、例えば0.5～15分であれば、ほぼ均一なオーステナイト化が達成される。

段階Ⅱは、段階Ⅰから T_2 温度に保持された媒体中に材料を浸漬して焼入れする処理である。この焼入れのための媒体(冷媒)としては、塩浴、オイル浴、非鉄金属または合金浴、その他の公知の浴を使用する。 T_2 温度は $M_{80} \sim M_{95}$ の温度域、すなわち、その温度で80%(容積比)未満のマルテンサイトが生成する温度域であり、通常の M_s 点以下までの焼入れ温度とは異なる。マルテンサイト変態は無拡散変態であるので、その生成量に焼入れ温度には支配されるがその温度での保持時

間 t_1 にはほとんど影響されない。しかし、冷媒の種類や材料寸法によつてこの T_2 温度に材料が完全に冷却されるまでの時間には若干の差が現われる。したがつて、この t_2 時間は目標とする T_2 温度に材料温度が達するのに必要な時間であればよいが、長すぎたはけい。なぜなら、この温度 ($M_s \sim M_{f0.5}$) への焼入によつて 20 容積%以上の過冷却オーステナイトが存在するようにするのであるが、この過冷却オーステナイトは T_2 の温度に長時間保持されると下部ベイナイトに変態してしまい、残留オーステナイトの確保が出来なくなるからである。つまり、この冷却浴への保持時間 t_2 は、20 容積%以上の未変態オーステナイトが存在している時間とすることが必要である。

段階Ⅲは、段階Ⅱから M_s 以上の $500 \sim 450^\circ\text{C}$ の温度 T_3 に材料を再加熱する処理である。この加熱もこの T_3 温度に保持された加熱炉または浴を使用する。この段階Ⅲでは、段階Ⅱで生成した初晶マルテンサイトが焼戻されると共に、未変態オーステナイトはベイナイトに変態する。しかし、本発明ではこの T_3 温度での保持時間 t_3 は、ベ

ナイト変態が終了する時間以前とすることが必要である。この t_3 を体積割合で 5 % 以上の未変態オーステナイトが存在するような時間で打切ること本発明の 1 つの特徴がある。段階Ⅲの処理が終了してから室温まで冷却させるさい、この冷却の媒体としては、適当量のベイナイト変態が終了してあれば、水中急冷と徐冷のどちらでもよく、両者に材質の差は実質上あらわれない。

このような段階処理からなる本発明法を実施すると、従来のオーステンパー処理に比べて、焼入れストレスングとも言うべき、ベイナイト変態の加速化を行なわせることができる。そして、適切な Si 含有によつて残留オーステナイトを安定化させることができ、短時間処理でも延性が向上した鋼を得ることができる。

表 1 は、供試鋼の化学成分および変態特性点を示す。供試鋼は、常法の熱間圧延を経て、板厚 1.0 mm に仕上げた冷延鋼帯である。材質特性の評価は、JIS 13 号 B 引張り試験片で求めたものである。

表 1

No.	化 学 成 分 (%)								変態点 ($^\circ\text{C}$)	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	SnAl	Ac ₃	Ms	
A	0.59	0.39	0.85	0.006	0.007	0.20	0.006	753	264	
B	0.58	1.05	0.94	0.007	0.007	0.22	0.013	778	256	
C	0.56	1.62	0.93	0.007	0.011	0.25	0.016	795	250	
D	0.61	2.19	0.92	0.008	0.011	0.20	0.022	798	238	
E	0.59	1.73	0.91	0.008	0.006	0.42	0.016	792	230	

表 2 図は、供試鋼 D を、 $T_1 = 880^\circ\text{C}$ 、 $t_1 = 20$ min にてオーステナイト化後、 $T_2 = 204^\circ\text{C}$ 、 $t_2 = 1$ min として、初晶マルテンサイトを約 20 % 得た後、 $T_3 = 350^\circ\text{C}$ として、 t_3 保持時間を変えた場合の引上げオーステンパー処理材の引張試験特性と、恒温保持温度を 350°C とした通常のオーステンパー処理材の特性とを比較して示す。

引上げオーステンパー処理材では、伸びは 30 秒～2 分の範囲で高く、極大値は 1 分にある。一方、通常のオーステンパーでは、伸びは 2 分以下では若しく低く、4 分～20 分の範囲で高く 8 分

で極大値を示す。

第 3 図は、このときの残留オーステナイト中の C 多を示すが、通常のオーステンパー処理では、ベイナイト変態が遅いためオーステナイトへの C 炭化が進まず、冷却過程で未変態オーステナイトより二次生成のマルテンサイト (α'') を生じやすい。このため不安定破壊を生じ伸びは極端に低くなる。一方、引上げオーステンパーでは、ベイナイト変態が加速され、短時間にオーステナイトの C 炭化が進む。また、通常のオーステンパーよりも低い C 多で (残留オーステナイト量がピークを示すときの残留オーステナイト中の C 多は、通常オーステンパーで 1.2 %、引上げオーステンパーで 1.0 %) で残留オーステナイトが安定化する。これは、引上げオーステンパーでは組織が微細であり、ベイナイト生成にともなうオーステナイトへの C 炭化が平均的に起こりやすいのに対し、通常のオーステンパーでは組織 (ベイナイトのラス) が粗く C 炭化が不均質となるためと考える。

このように、引上げオーステンパーでは、初晶

特開昭60-5820 (4)

マルテンサイトを生成させることにより、ベイナイト変態が短時間化し、かつ、残留オーステナイトが安定化されやすい。このような効果は、初晶マルテンサイト量を増加されるほど、大きくなる。しかし、初晶マルテンサイト量を80%以上にすると、得られる残留オーステナイト量の絶対値が少なくなるという問題がある。そこで、本発明では、初晶マルテンサイト量を80%以内とするよう、焼入浴温度 T_1 は $M_{80}\%$ 点以上とする。

第4図は、表1のA~Dの4種の鋼について、前記同様の通常のオーステンパー処理（恒温保持時間4~20分）と前記同様の本発明の引上げオーステンパー処理（保持時間0.5~2分）に供したときの機械的性質並びに残留オーステナイト量（ f_R ）を、Si含有量で整理したものである。この第4図から明らかなように、T.Sは本発明による引上げオーステンパー処理の方が著しく向上しているうえ、Si含有量が高くなるにつれて残留オーステナイト量が多くなり、延性が高くなることからわかる。このように、Siは、安定な残留オ

ーステナイトを得るうえで有効な作用を供するが、Siが0.8%未満では、残留オーステナイトの安定化が不十分となり、目標とする特性が得られない。また、Siを2.7%を超えて含有させても、非金属介在物が増加しやすくなり表面肌や極・靱性の劣化を生じやすいためSiは2.7%以下とするのがよい。

一方、Cについては、Siとともに残留オーステナイトの安定化を図るうえで重要な元素であるが、Cが0.40%未満ではオーステナイトの安定化度が低減し、安定な残留オーステナイトを得ることが困難となる。他方、Cが1.10%を超えると、残留オーステナイトによる延性向上効果が認められにくくなる。なお、その他の通常の元素例えはMn、Ni、等の添加量は、Ms点が常温以上となる成分系の範囲において許容される。

実施例

前掲の表1に示した化学成分のC、DおよびE鋼について、表2に表示の条件で熱処理し、得られた鋼のその組織構成と引張試験特性を表2に併

記した。尚表において、比較法と記したのは通常のオーステンパー処理、発明法と記したのは引上げオーステンパー処理を表わしている。

(1) 鋼1~7は、鋼Cについて恒温処理温度（ T_2 ）を300℃とした場合である。

比較法（鋼1~3）では、保持時間（ t_2 ）が4分未満では不安定破壊を示し、 $T.S \times E1$ は1500未満である。これに対して、発明法（鋼4~7）では、保持時間（ t_2 ）が4分未満でも、 $T.S > 150 \text{ kg/mm}^2$ 、 $T.S \times E1 > 1500$ を示す。

(2) 鋼8~11は鋼Dについて、恒温処理温度（ T_2 ）を350℃とした場合である。

比較法の鋼8は、ベイナイト変態量が44%と充分ではないため、二次生成のマルテンサイトを33%生じ伸びが低い（ただし、保持時間（ t_2 ）を4分と長時間にすれば良好な延性を示す）。これに対して、発明法（鋼10~11）では、保持時間（ t_2 ）が2分以下でも、良好な強度と伸びを示す。

(3) 鋼12~15は、恒温処理温度を400℃とし

た場合である。

比較法（鋼12、13）は良好な伸びを示すが、 $T.S < 150 \text{ kg/mm}^2$ となるのに対して、発明法（鋼13、14）は $T.S > 150 \text{ kg/mm}^2$ 、 $T.S \times E1 > 1500$ を示す。

(4) 鋼16は鋼Cを恒温処理温度を450℃として発明法にて処理した結果を示す。 $T.S > 150 \text{ kg/mm}^2$ で $T.S \times E1 > 1500$ を示す。

(5) 鋼17~20は、鋼Eについて初晶（1次）マルテンサイト量を変えた場合の結果である。

初晶マルテンサイト量が75%以下（鋼17~19）では、良好な強度と延性を示し、 $T.S \times E1 > 1500$ を満足するが、初晶マルテンサイト量を85%（鋼20）とした場合、残留オーステナイト量が5%以下となり、 $T.S \times E1 < 1500$ となる。

なお、 $T.S \times E1$ 値については、板厚1.0mmの焼入・焼戻し処理鋼帯にあっては、 $T.S = 150 \sim 200 \text{ kg/mm}^2$ の強度を有するものは、JIS13号B試験で800~1100の範囲にあるのが通常である。

表 2

試料番号	試験材と熱処理	処理条件			組織構成比(%)				機械的性質			備 考
		$T_1(^{\circ}\text{C}) \times t_1(\text{min})$	$T_2(^{\circ}\text{C}) \times t_2(\text{min})$	$T_3(^{\circ}\text{C}) \times t_3(\text{min})$	1次M	B	r_R	2次M	TS (kgf/mm ²)	TS (MPa)	TS×B1	
1	鋼E	比較法	860×15	—	300×2	0	48	9	241※	1.1※	265	—
2			860×15	—	300×4	0	68	11	242※	5.1※	1234	—
3			860×15	—	300×8	0	83	17	203	9.5	1928	—
4		発明法	860×15	225×1	300×1	30	42	20	225	10.3	2315	() (発明範囲内)
5			860×15	225×1	300×2	30	46	23	223	10.9	2451	○
6			860×15	225×1	300×4	30	48	21	214	10.4	2225	○
7			860×15	225×1	300×8	30	54	15	204	9.5	1938	× (範囲外)
8	鋼D	比較法	880×15	—	350×2	0	44	13	203※	1.8※	365	—
9			880×15	—	350×4	0	73	18	178	13.4	2385	—
10		発明法	880×15	225×1	350×0.5	30	45	18	188	11.8	2218	()
11			880×15	225×1	350×2	30	51	19	188	12.7	2388	()
12	鋼C	比較法	860×15	—	400×2	0	54	26	148	16.3	2412	—
13			860×15	—	400×4	0	68	32	125	25.6	5200	—
14		発明法	860×15	225×1	400×0.25	30	46	24	187	11.9	2225	○
15			860×15	225×1	400×0.5	30	50	20	182	11.0	2002	○
16	鋼C	発明法	860×15	225×1	450×0.5	30	57	23	168	14.0	2352	○
17	鋼E	発明法	880×15	220×1	350×1	10	72	17	172	13.0	2236	○
18			880×15	170×1	350×1	50	32	18	192	13.2	2534	()
19			880×15	130×1	350×1	75	13	12	225	7.6	1710	○
20			880×15	80×1	350×1	85	8	4	233	4.3	1002	×

M: マルテンサイト, B: バイナイト, r_R : 残留オーステナイト, ※: 不安定破壊

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に従う熱処理段階を示すパターン図、第2図は恒温処理時間と機械的性質の関係を通常のオーステンパー法と本発明による引上げオーステンパー法とを比較して示した図、第3図は恒温処理時間と残留オーステナイトの組織成分の関係を通常のオーステンパー法と本発明による引上げオーステンパー法とを比較して示した図、第4図は鋼中のS1含有量と機械的性質並びに残留オーステナイト量(r_R)との関係を通常のオーステンパー法と本発明による引上げオーステンパー法とを比較して示した図である。

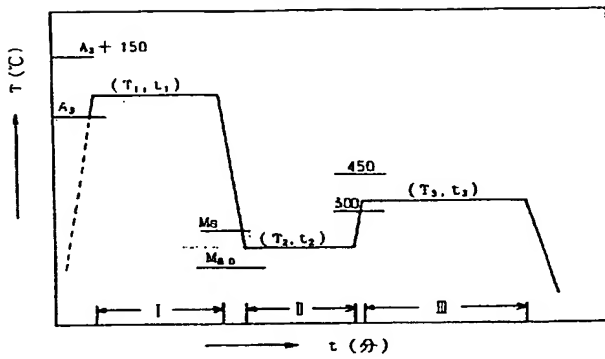
出願人 日新製鋼株式会社

代理人 和田 憲 治

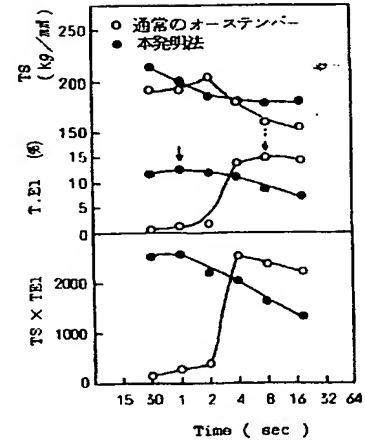


特開昭60-5820(6)

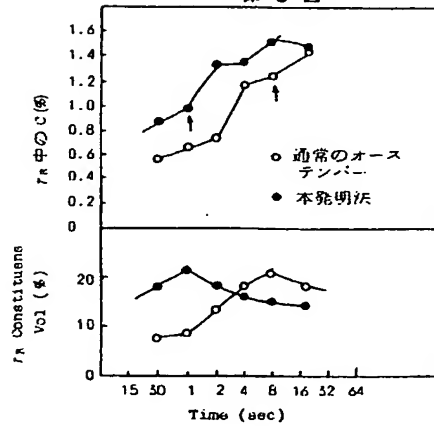
第 1 図



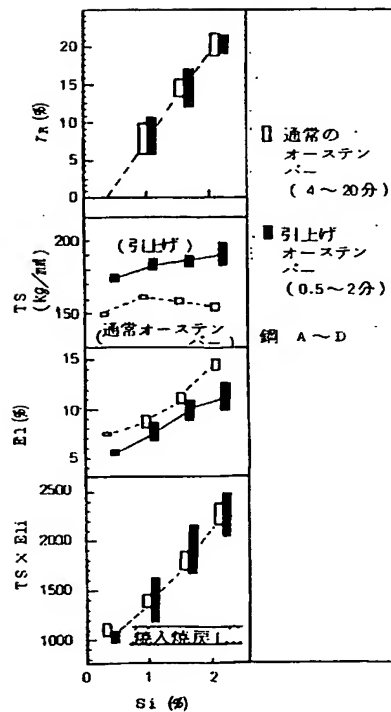
第 2 図



第 3 図



第 4 図



手続補正書(自発)

昭和58年¹²月5日

特許庁長官 若杉和夫 殿

1. 事件の表示

昭和58年特許願第111919号

2. 発明の名称 高強度高延性鋼の製法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号

氏名(名称) (458) 日新製鋼株式会社

代表者 阿部 譲

4. 代理人 千162

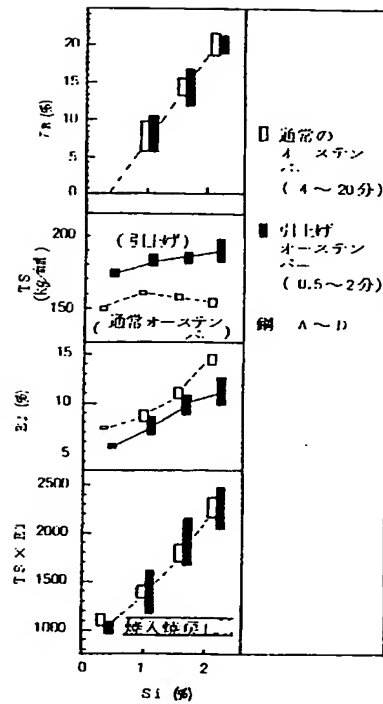
住所 東京都新宿区市谷薬王寺町85番地
電話(03)267-8535番

氏名 (7613) 弁理士 和田 憲治

5. 補正の対象 図面

6. 補正の内容 図面第4図を添付図面のとかり補正する(縦軸の「TS×E1」を「TS×E1」に訂正する)。

第4図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.